

EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RSUD Dr. M. SOEWANDHIE SURABAYA

Ervin Silviana Agustin dan Nieke Karnaningroem

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: ervin.silviana@yahoo.com

Abstrak

RSUD Dr. M. Soewandhie merupakan salah satu rumah sakit milik Pemerintah Surabaya dengan tipe B. Dalam pelaksanaannya menghasilkan limbah yang salah satunya adalah limbah cair yang berasal dari kegiatan klinis dan domestik. Limbah klinis akan masuk kedalam pengolahan pendahuluan sebelum masuk kedalam IPAL. Debit air limbah yang masuk ke dalam IPAL dari kegiatan pelayanan RSUD Dr. M. Soewandhie sebesar 131,06 m³/hari. Hasil uji kualitas effluen air limbah pada bulan februari 2014 belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dan mengevaluasi instalasi pengolahan air limbah guna mengetahui seberapa besar efektifitas kinerja unit IPAL dalam mengolah limbah cair.

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel limbah cair setiap pagi dan sore dengan uji parameter yaitu TSS, BOD, COD, DO dan pH. Titik sampling terletak pada influen dan effluen setiap bangunan pengolahan air limbah meliputi sumur pengumpul, bak ekualisasi dan biofilter aerobik. Selanjutnya sampel air limbah dianalisis di Laboratorium Pemulihan Air Teknik Lingkungan ITS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair rumah sakit menggunakan biofilter aerobik mempunyai efisiensi menurunkan COD, BOD, dan TSS sebesar 33%, 47% serta 31 %. Efisiensi pada biofilter aerobik ini masih rendah sehingga effluen air limbah masih belum memenuhi baku mutu. Salah satu penyebabnya yaitu terganggunya metabolisme mikroorganisme (biofilm) dalam mendegradasi polutan organik. Hal ini disebabkan adanya penambahan alum pada operasional IPAL. Alum mempunyai sifat toksisitas terhadap metabolisme mikroorganisme bahkan bisa menyebabkan kematian. Selain itu kurangnya oksigen terlarut membuat pertumbuhan mikroorganisme menjadi terhambat. Untuk meningkatkan efisiensi kinerja IPAL maka diperlukan penggantian blower yang mampu menghasilkan oksigen yang diperlukan serta tidak dilakukan penambahan alum pada proses operasional.

Kata kunci: Biofilter Aerobik, Air Limbah, Alum.

1. Pendahuluan

Rumah sakit merupakan sarana upaya kesehatan yang menyelenggarakan kegiatan pelayanan kesehatan rujukan serta dapat berfungsi sebagai tempat pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian (SK Gubernur Jatim No 61/1999). Rumah sakit dalam melaksanakan fungsinya menghasilkan buangan yang berupa limbah, baik limbah padat, limbah cair dan gas (Arfan, 2012). Limbah cair merupakan limbah yang dihasilkan dari seluruh kegiatan rumah sakit yang mengandung bahan berbahaya sehingga menyebabkan pencemaran jika dibuang ke lingkungan (SK Gubernur Jatim No 61/1999).

Rumah sakit memerlukan air bersih dalam jumlah cukup besar antara 400-1200 L/hari/kamar dan menghasilkan air buangan yang mengandung mikroorganisme, logam berat, dan bahan kimia beracun (Gautam *et al.*, 2007). Air limbah yang dihasilkan dari rumah sakit mengandung bahan kimia, senyawa organik, dan kemungkinan mengandung senyawa patogen

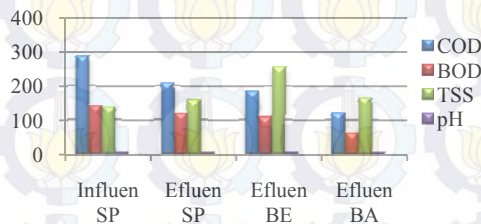
yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan pada manusia. Beberapa komponen air limbah rumah sakit mengandung bahan beracun yang diperkirakan bisa menyebabkan penyakit kanker (Jolibois and Guerbet, 2005).

RSUD Dr. M. Soewandhie merupakan salah satu rumah sakit milik Pemerintah Kota Surabaya, dengan tipe B. Dalam pelaksanaannya menghasilkan limbah yang salah satunya adalah limbah cair yang berasal dari kegiatan klinis dan domestik. Debit air limbah yang masuk ke dalam IPAL dari kegiatan pelayanan RSUD Dr. M. Soewandhie sebesar 131,06 m³/hari (Hasil Analisis, 2014). Limbah cair tersebut berasal dari rawat inap, rawat jalan, rawat darurat, penunjang medis, dan penunjang non medis. Limbah cair masuk ke saluran air limbah kemudian dialirkan kedalam instalasi pengolahan. Sedangkan limbah cair yang berasal dari penunjang medis masuk ke dalam pretreatment dahulu kemudian masuk kedalam

Sampel	Konsentrasi (mg/L)				
	COD	BOD	TSS	pH	DO
Influen Sumur Pengumpul	288	142	138	7,17	0,7
Efluen Sumur Pengumpul	210	120	159	6,98	0,3

Sampel	Konsentrasi (mg/L)				
	COD	BOD	TSS	pH	DO
Efluen Bak Ekualisasi	185	110	258	7,09	0,3
Efluen Biofilter Aerobik	123	64	169	7,31	0,8

Dari tabel 1. Hasil analisis dapat dibuat grafik dengan tujuan untuk mempermudah dalam mengetahui trend karakteristik dari konsentrasi air limbah pada unit bangunan pengolahan air limbah. Trend karakteristik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Analisis COD, BOD, TSS, pH dan DO

Keterangan:

SP:Sumur pengumpul

BE:Bak ekualisasi

BA:Biofilter aerobik

Dari Gambar 2. terlihat konsentrasi TSS pada influen dan efluen setiap unit bangunan mengalami fluktuatif. Penyisihan terbesar terjadi bangunan pengolahan biologis yaitu biofilter aerobik. Pada efluen sumur pengumpul sekaligus influen bak ekualisasi terjadi kenaikan TSS. Hal ini disebabkan adanya penambahan alum pada pipa efluen sumur pengumpul. Kondisi aliran yang turbulen menyebabkan flok-flok yang terbentuk menjadi terlarut kembali, sehingga TSS menjadi besar. Sedangkan pada parameter COD dan BOD mengalami penurunan disetiap bangunan pengolahan air limbah. Pada parameter DO tidak terlihat pada grafik, disebabkan nilainya yang terlalu kecil. Menurut Benefield dalam Harianto (1980) secara umum oksigen terlarut pada proses pengolahan secara aerobik minimal harus 2 mg/L. Pada Tabel 1. terlihat rata-rata nilai konsentrasi oksigen terlarut masih dibawah 1 mg/L. Hal ini menyebabkan kurang maksimumnya kinerja mikoorganisme dalam mendegradasi polutan air limbah (Liu et al., 2008).

3.2 Kinerja Bangunan Pengolahan Air Limbah

3.2.1 Sumur Pengumpul

Dari hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan dapat diketahui efisiensi COD, BOD, TSS sebagai berikut:

- *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Influen SP :288 mg/L

Efluen SP :210 mg/L

Efisiensi: $\frac{288-210}{288} \times 100 \%$

:27 %

- *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Influen SP :142 mg/L

Efluen SP :120 mg/L

Efisiensi: $\frac{142-120}{142} \times 100 \%$

:15 %

- *Padatan Tersuspensi (TSS)*

Influen SP :138 mg/L

Efluen SP :159 mg/L

Efisiensi:0

3.2.2 Analisis Kinerja Sumur Pengumpul

Diketahui:

Panjang : :6,3 m

Lebar : :1,3 m

Kedalaman+ Freeboard :1,8 m

Kedalaman :1,5 m

Qpeak :4,52 L/s

V :P x L x h

:6,3 m x 1,3m x 1,5 m

:12,29 m³ scdvd

V :Q x td

12,29 :4,52 L/s x td

td :12,29 m³ / (4,52 x 3600/1000 m³/jam)

:0,75 jam

:45 menit (Tidak memenuhi, td ≤ 10 menit)

Pada sumur pengumpul terjadi proses penyisihan polutan organik. Pada dasarnya fungsi sumur pengumpul yaitu untuk mengumpulkan sementara air limbah yang masuk sebelum dialirkan ke pengolahan selanjutnya. Sehingga dengan kriteria desain td ≤ 10 menit, dimana waktu kontak air limbah sangat pendek sehingga pada umumnya belum terjadi penyisihan. Namun pada kondisi lapangan, terjadi penyisihan BOD dan COD sebesar 15% dan 27%. Penyisihan ini dipengaruhi oleh waktu detensi yang lebih lama.

Waktu detensi pada sumur pengumpul tidak memenuhi kriteria desain. Hasil analisis diketahui waktu detensi lebih dari 10 menit. Lamanya waktu detensi menyebabkan waktu kontak air limbah lebih lama sehingga terjadi penyisihan pada polutan organik. Sedangkan pada parameter TSS tidak terjadi removal, namun konsentrasi semakin besar. Penambahan konsentrasi ini disebabkan karena penambahan alum pada pipa efluen sumur pengumpul, sehingga terjadi flok-flok yang kemudian tersuspensi kembali karena alirannya turbulen. Lamanya waktu detensi bisa menyebabkan bau, atau air limbah berada pada kondisi anaerobik.

3.2.3 Efisiensi Removal Bak Ekualisasi

- *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Influen BE :210 mg/L

Efluen BE :185 mg/L
Efisiensi: $\frac{210-185}{210} \times 100 \%$
:12 %

- *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Influen BE :120 mg/L
Efluen BE :110 mg/L
Efisiensi: $\frac{120-110}{120} \times 100 \%$
:9 %

- *Padatan Tersuspensi (TSS)*

Influen BE :159 mg/L
Efluen BE :258 mg/L
Efisiensi:0

Hasil perhitungan diatas, dapat diketahui terjadi penyisihan beban organik yaitu COD dan BOD. Fungsi bak ekualisasi yaitu untuk menghomogenkan debit serta kualitas air limbah. Sehingga dengan kriteria desain waktu detensi kurang 10 menit, pada umumnya belum terjadi proses penyisihan polutan organik. Pada bak ekualisasi untuk parameter TSS tidak mengalami penurunan, namun mengalami penambahan konsentrasi. Peningkatan TSS ini sama seperti pada efluen sumur pengumpul. Konsentrasi TSS menjadi lebih besar karena disebabkan penambahan alum pada pipa efluen sumur pengumpul yang masuk ke bak ekualisasi sehingga menyebabkan terbentuknya flok-flok yang kemudian tersuspensi kembali karena aliran yang terjadi adalah aliran turbulen. Hal ini yang mengakibatkan TSS menjadi bertambah besar.

Selain itu, pada bak equalisasi parameter TSS tidak mengalami penurunan, namun mengalami penambahan konsentrasi. Kejadian ini sama seperti pada efluen sumur pengumpul. Konsentrasi TSS menjadi lebih besar karena disebabkan penambahan alum pada pipa efluen sumur pengumpul yang masuk ke bak ekualisasi sehingga menyebabkan terbentuknya flok-flok yang kemudian tersuspensi kembali karena aliran yang terjadi adalah aliran turbulen. Hal ini yang mengakibatkan TSS menjadi bertambah besar. Selain itu fungsi dari bak ekualisasi yaitu menghomogenkan debit serta kualitas air limbah. Sehingga bisa jadi, konsentrasi TSS menjadi lebih besar karena telah tercampur dengan konsentrasi air limbah yang masuk sebelumnya.

3.2.4 Analisis Volume Efektif Bak Ekualisasi

Diperlukan data kuantitas air limbah untuk mengetahui volume efektif saat proses berlangsung. Hal tersebut bertujuan untuk mengontrol debit dan beban air limbah yang masuk ke bak ekualisasi. Debit air limbah yang masuk ke unit pengolahan terjadi secara fluktuatif, sehingga bak ekualisasi ini berfungsi

untuk menstabilkan atau meratakan debit dan beban air limbah yang masuk.

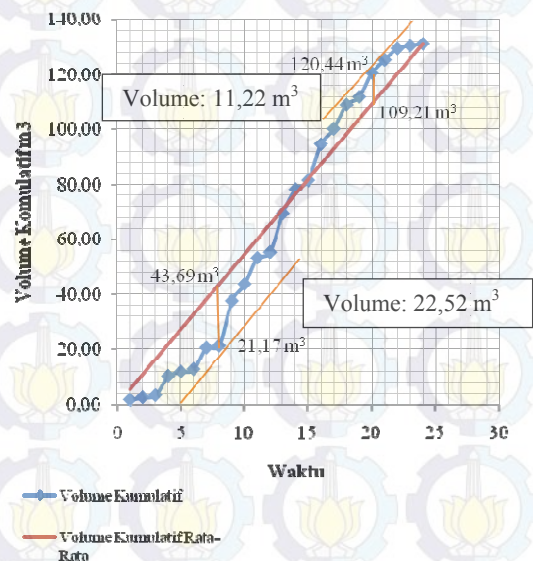
Penentuan volume efektifitas bak ekualisasi memerlukan data influen air limbah antara lain, debit rata-rata per jam (m^3/jam) dan konsentrasi BOD atau COD rata-rata (mg/L). Dari data tersebut dapat diketahui volume kumulatif yang masuk di bak ekualisasi selama 24 jam serta beban air limbah (kg/jam). Beban air limbah dalam penelitian ini menggunakan parameter COD.

Berdasarkan data variasi debit influen bak ekualisasi yang diperoleh dari pengukuran lapangan, maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan volume efektif bak ekualisasi. Dilakukan perhitungan meliputi, kumulatif debit (m^3/jam), kumulatif debit rata-rata (m^3/jam) serta beban COD (kg/jam). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Influen Air Limbah Bak Ekualisasi

	Debit (m^3/s)	Debit (m^3/jam)	Konsentrasi COD (mg/L)	Beban COD (Kg/jam)
Average	0,00152	5,46	288	1,54
Peak	0,00452	16,27	494	3,66
Minimum	0,00019	0,68	150	0,14

Berdasarkan kriteria desain yang ada, volume bak yang diperlukan dapat dihitung melalui grafik dengan menghubungkan volume kumulatif dan volume kumulatif rata-rata dengan periode waktu. Selanjutnya ditarik garis sejajar dengan kurva pada lengkung terbesar. Dihitung jarak vertikal antara dua garis sejajar tersebut sebagai volume bak ekualisasi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Volume Efektif Bak Ekualisasi

Pada Gambar 3. diperoleh volume bak ekualisasi sebesar 33,74 m³, sedangkan volume bak ekualisasi yang terdapat pada IPAL RSUD Dr. M. Soewandhie sebesar 50 m³. Volume bak ekualisasi yang diperoleh masih lebih kecil atau jauh dibawah volume bak ekualisasi yang ada, sehingga bak ekualisasi masih cukup untuk menampung debit fluktuatif yang masuk.

3.2.5 Beban Air Limbah yang Masuk dan Keluar Bak Ekualisasi

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, maka dapat ditentukan kualitas dan kuantitas air limbah setelah melalui bak ekualisasi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Influen Air Limbah Bak Ekualisasi

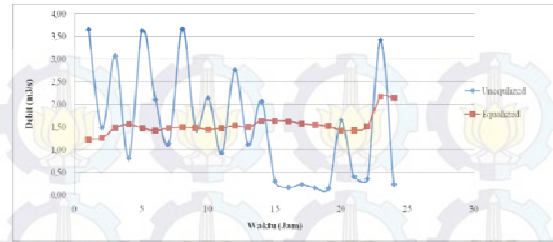
	Beban COD (Kg/jam)
Average	1,54
Peak	2,17
Minimum	1,23

Perbandingan kondisi kualitas air limbah sebelum masuk dan setelah masuk bak ekualisasi pada saat beban peak, minimum dan average dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Perbandingan Kualias Influen (Unequalized) dan Efluen Bak Ekualisasi (Equalized)

Rasio	Beban COD (kg/jam)	
	Sebelum masuk bak ekualisasi (Unequalized)	Sesduah masuk bak ekualisasi (Equalized)
Peak/average	3,66/1,54= 2,38	2,17/1,54= 1,41
Minimum/average	0,14/1,54= 0,09	1,23/1,54= 0,80
Peak/Minimum	3,66/0,14= 26,14	2,17/1,23= 1,76

Pada Tabel 4. dapat diketahui perbandingan beban air limbah sebelum dan sesudah masuk bak ekualisasi. Pada influen air limbah terlihat berfluktuatif, sedangkan setelah masuk bak ekualisasi mengalami proses pemerataan sehingga kualitas air limbah menjadi lebih stabil. Kondisi tersebut ditunjukkan dengan nilai rasio peak dan minimum tidak terlalu jauh. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah masuk bak ekualisasi dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar grafik perbandingan kualitas air limbah yang bermanfaat untuk mempermudah dalam memperoleh kondisi sebelum ekualisasi (*unequalized*) dan setelah ekualisasi (*equalized*).



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kualitas Air Limbah Sebelum dan Sesudah Masuk Ekualisasi

Gambar 4. menunjukkan kualitas air limbah sebelum masuk bak ekualisasi yang ditunjukkan dengan garis warna biru. Terlihat pada garis warna biru terjadi fluktuatif kualitas air limbah. Kondisi kualitas air limbah menjadi lebih stabil dan konstan setelah masuk bak ekualisasi. Kualitas air limbah setelah masuk bak ekualisasi ditunjukkan dengan garis warna merah. Aliran dan kualitas air limbah yang berfluktuatif akan menyebabkan proses pengolahan selanjutnya tidak stabil atau tidak maksimum.

3.2.6 Analisis Waktu Detensi Bak Ekualisasi

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Debit rata-rata} &= 5,46 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Panjang} &= 6,3 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 4 \text{ m} \\ \text{Kedalaman} &= 2 \text{ m} \\ \text{td} &= \text{Volume} : Q \\ &= 50,4 \text{ m}^3 : 5,46 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 9,2 \text{ jam} \\ &= 9,2 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \\ &= 552 \text{ menit} \end{aligned}$$

(Tidak memenuhi, $\text{td} < 10 \text{ menit}$)

3.2.7 Efisiensi Removal Biofilter Aerobik

• Chemical Oxygen Demand (COD)

$$\begin{aligned} \text{Influen BA} &: 185 \text{ mg/L} \\ \text{Efluen BA} &: 123 \text{ mg/L} \\ \text{Efisiensi} &= \frac{185-123}{185} \times 100 \% \\ &: 33 \% \end{aligned}$$

• Biochemical Oxygen Demand (BOD)

$$\begin{aligned} \text{Influen BA} &: 75 \text{ mg/L} \\ \text{Efluen BA} &: 40 \text{ mg/L} \\ \text{Efisiensi} &= \frac{75-40}{75} \times 100 \% \\ &: 47 \% \end{aligned}$$

• Padatan Tersuspensi (TSS)

$$\begin{aligned} \text{Influen BA} &: 258 \text{ mg/L} \\ \text{Efluen BA} &: 178 \text{ mg/L} \\ \text{Efisiensi} &= \frac{258-178}{258} \times 100 \% \\ &: 31 \% \end{aligned}$$

3.2.8 Kapasitas Pengolahan Biofilter Aerobik

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &: 9 \text{ m} \\ \text{Lebar} &: 2,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman	:2,5 m
Qpompa :10 m ³ /jam	:240 m ³ /hari
Media	:Bioball
Diameter	:3cm
V (kondisi eksisting)	:P x L x h
	:9 m x 2,5 m x 2,5 m
	:56,25 m ³
Qpompa (ke biofilter)	:V : td
240 m ³ /hari	:56,25 m ³ : td
td	:56,25m ³ : 240 m ³ /hari
	:0,23 hari = 5,6 jam
V yang dibutuhkan	:Q x td
	:240m ³ /hari x0,23 hari
	:55,2 m ³

Air limbah dari bak ekualisasi dialirkan ke dalam biofilter aerobik. Jenis bak ekualisasi pada IPAL yaitu tipe *in-line Equalization* yang berarti seluruh air buangan yang akan dikelola dipompa dengan aliran konstan menuju ke biofilter aerobik. Pada kondisi lapangan debit air limbah yang masuk ke biofilter sebesar 10 m³/jam.

Hasil analisis data, dengan Q pompa sebesar 10 m³/jam dibutuhkan volume biofilter sebesar 55,2 m³. Sedangkan pada kondisi lapangan volume biofilter adalah 56,25 m³. Sehingga kapasitas biofilter masih mampu menampung dan mengolah air limbah yang masuk meskipun kondisinya berada pada ambang batas (kondisi tangki penuh).

3.2.9 Kinerja Biofilter Aerobik

1. Organik Loading Rate (OLR)

Diketahui data lapangan.

Debit (Q) pompa :10m³/jam

:240 m³/hari
:110mg/L:1000
kg/m³=0,110 kg/m³

BOD₅ influen (So) :64 mg/L

Volume biofilter :56,25 m³

- Organik Loading Rate

$$OLR = \frac{Q \times So}{V} = \frac{240 \frac{m^3}{hari} \times 110 \text{ mg/L}}{56,25 m^3}$$

$$= 0,5 \text{ kg/m}^3 \cdot d$$

Kriteria desain :10-12 kg/m³.d (Sumber:Sasse, 1998 = Tidak memenuhi kriteria desain)

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan nilai OLR tidak memenuhi kriteria desain. Nilai organik loading menunjukkan massa BOD dalam setiap m³ air limbah yang akan diolah oleh mikroorganisme pada biofilter. Beban organik merupakan nutrisi bagi metabolisme biofilm. Hasil analisis data nilai OLR rendah atau sangat kecil dibandingkan dengan kriteria desain. Hal ini berpengaruh terhadap kinerja mikroorganisme dalam mendegradasi polutan organik

2. Hidraoullic Loading Rate (HLR)

Diketahui data lapangan.

Debit (Q) pompa	:10m ³ /jam
	: 240 m ³ /hari
Luas area biofilter (A)	:P x L
	:9 m x 2,5 m
	:22,5 m ²

- Hidroulic Loading Rate

$$HLR = \frac{Q}{A} = \frac{240 \frac{m^3}{hari}}{22,5 m^2}$$

$$= 10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

$$= 0,4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$$

Kriteria desain = <2 m³/m².jam (Sumber: Sasse, 1998 = memenuhi kriteria desain)

3. Waktu Tinggal (Retention Time)

Waktu tinggal merupakan lamanya air limbah tinggal dalam biofilter dengan perhitungan sebagai berikut.

$$td = \frac{V}{Q} = \frac{56,25 m^3}{240 \frac{m^3}{hari}}$$

$$= 0,23 \text{ hari}$$

$$= 5,5 \text{ jam}$$

Kriteria desain td = 12 – 24 jam (Sumber: Sasse, 1998 = Tidak memenuhi kriteria desain)

Pendeknya waktu detensi menyebabkan polutan organik tidak benar-benar terdegradasi karena tidak cukupnya waktu kontak. Hasil analisis data nilai td tidak memenuhi kriteria desain yaitu 5,5 jam. Menurut Cheng *et al* (2012) pengaruh pendeknya waktu detensi yaitu pendistribusian substrat pada lapisan terdalam biofilm menjadi berkurang sehingga tidak merata. Sementara pada lapisan terluar biofilm mengalami kelebihan nutrisi untuk pekembangbiakan, akibatnya kinerja biofilter berkurang. Oleh karena itu diperlukan optimalisasi waktu detensi sesuai dengan kriteria desain yaitu 12-24 jam (Sasse, 1998).

4. Kebutuhan Oksigen

Hasil analisis dibutuhkan oksigen lapangan sebesar 151,6 m³/hari atau 3,3 kg/hari untuk mereduksi beban BOD dari 110 mg/L menjadi 30 mg/L. Sehingga dibutuhkan blower yang dapat mensuplai udara sebesar 0,15 m³/menit. Namun pada kondisi lapangan, diketahui rata-rata oksigen terlarut sebesar 1 mg/L sama dengan 0,24 kg/hari. Oksigen yang dibutuhkan jauh lebih besar dibandingkan dengan kondisi dilapangan. Menurut Liu *et al*, (2008) kurangnya oksigen terlarut menyebabkan mikroorganisme tidak aktif. Sehingga mikroorganisme dalam mendegradasi polutan organik tidak bekerja dengan baik.

Disisi lain tingginya konsentrasi oksigen terlarut menyebabkan metabolisme mikroorganisme lebih cepat dan dapat memperpendek siklus hidup sel (Liu *et al.*, 2002). Hal ini menyebabkan hilangnya biomassa sehingga mengurangi kinerja biofilter untuk mendegradasi polutan organik.

Oleh karena itu dibutuhkan oksigen optimum yaitu sebesar 3,3 kg/hari yang dapat membuat kinerja bakteri dalam mendegradasi polutan organik secara maksimal. Diperlukan blower yang dapat mentransfer udara sebesar 0,15 m³/menit.

3.2.10 Pengaruh Penambahan Alum terhadap Mikroorganisme (Biofilm)

Pada operasional IPAL terdapat penambahan alum pada pipa effluen sumur pengumpul atau pipa influen bak ekualisasi. Alum merupakan polimer yang biasa digunakan sebagai koagulan dalam proses pengolahan air limbah secara kimia. Menurut Mutairi (2006) penggunaan polimer atau koagulan alum berpengaruh buruk terhadap metabolisme bakteri. Semakin besarnya konsentrasi alum semakin toksik terhadap mikroorganisme (biofilm). Banyaknya konsentrasi alum menjadi inhibitor pada sistem mikroorganisme. Hal ini menyebabkan kinerja mikroorganisme tidak stabil, yang berakibat terhadap kemampuan pengolahan air limbah pada biofilter menurun. Selain itu, peningkatan konsentrasi tawas menyebabkan penurunan pH air limbah. Penurunan pH bersamaan dengan hilangnya padatan dalam proses pengolahan yang mengakibatkan kematian bakteri. Alum dapat menyisihkan polutan organik dan padatan, namun juga bersifat toksik terhadap mikroorganisme.

Menurut EPA (1974) penggunaan koagulan alum pada pengolahan air limbah dapat meningkatkan produksi lumpur. Beberapa penelitian telah menunjukkan lumpur yang dihasilkan dari koagulan alum bersifat toksik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kinerja yang telah dilakukan di RSUD Dr. M. Soewandhie Surabaya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kinerja IPAL RSUD Dr. M. Soewandhie Surabaya, kurang efektif karena effluen yang dihasilkan belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Pergub Jatim No 72 Tahun 2013.
2. Berdasarkan hasil evaluasi bangunan IPAL, diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a. Karakteristik air limbah menunjukkan pH yang masih berada pada kisaran pH optimum bagi pertumbuhan bakteri yaitu 6-8.

- b. Kinerja bak ekualisasi kurang maksimal, terlihat dari kurang homogenya kualitas air limbah setelah masuk bak ekualisasi.
- c. Penambahan alum (tawas) dan kondisi aliran yang turbulen menyebabkan flok-flok yang terbentuk menyebabkan kandungan TSS lebih besar.
- d. Penambahan alum bersifat toksik terhadap mikroorganisme (biofilm) bahkan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kematian, sehingga dapat mengganggu kinerja biofilter.
- e. Kondisi eksisting bangunan biofilter berada pada kondisi maksimum.

6. Daftar Pustaka

- Anonim. 2013. Badan Lingkungan Hidup. Surabaya.
- Anonim. 2013. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Jawa Timur.
- Anonim. 2013. Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Jawa Timur.
- Arfan, H.H., Zubair, A., Alpyono. 2012. Studi Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUP. Dr. Wahidin Sudirohusodo. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil*.
- Cheng, H., Lin, H., Huo, H., Dong, Yingbo., Xue, Q., Cao, Lixia. 2012. *Continuous removal of ore floatation reagents by an anaerobic-aerobic biological filter*. *Jurnal of Bioresource Technology*. p. 255–261
- Gautam, A.K., Kumar, S., Sabumon, P.C., 2007. *Preliminary Study Of Physico-Chemical Treatment Options For Hospital Wastewater*. *Journal of Environmental Management*. Vol.83: p. 298–306.
- Jolibois, B., Guerbet, M., 2005. *Hospital Wastewater Genotoxicity*. *Annals of Occupational Hygiene Advance*. *Annals of Occupational Hygiene*. 10,1093.
- Liu, F., Zhao, C.C., Zhao, D.F., Liu, G.H., 2008. *Tertiary treatment of textile wastewater with combined media biological aerated filter (CMBAF) at different hydraulic loadings and dissolved oxygen concentrations*. *Jurnal of Hazard Mater*. Vol. 160: p. 161–167.
- Liu, Q., Zhou, Y., Chen, L., Zheng, X. 2010. *Application of MBR for Hospital Wastewater Treatment in China*. *Jurnal of Desalination*. Vol. 250: p. 605–608.
- Liu, X.D., Yang, Z.S., Zhang, J., 2002. *A study on sewage treatment with anoxic-aerobic aerated integrative biological filter*. *Jurnal of Environmental*. Vol. 28: p. 14–17.
- Mutairi, A. N.Z. 2006. *Coagulant toxicity and effectiveness in a slaughterhouse wastewater treatment plant*. *Jurnal of*

Ecotoxicology and Environmental Safety. p.
74 – 83

Sasse, L. 1998. Dewats: *Decentralised
Wastewater Treatment in Developing
Countries*. Delhi: Borda.

